

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

# Evaluations dosimétriques à partir des mesures environnementales

*Philippe Renaud*

*S. Roussel-Debet, F. Leprieur, L. Pourcelot, L. Saey,  
D. Tournieux, P. Caldeira-ideias et G. Manificat*

*IRSN/Pôle radioprotection/Direction de l'Environnement*

*Séminaire ANCCLI-IRSN des 26 et 27 novembre 2015*

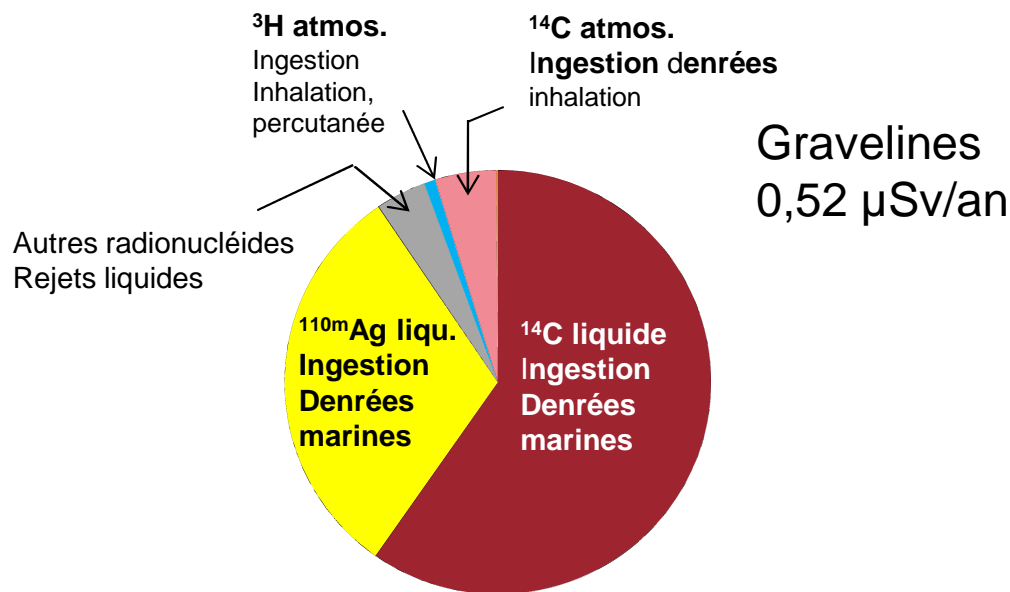
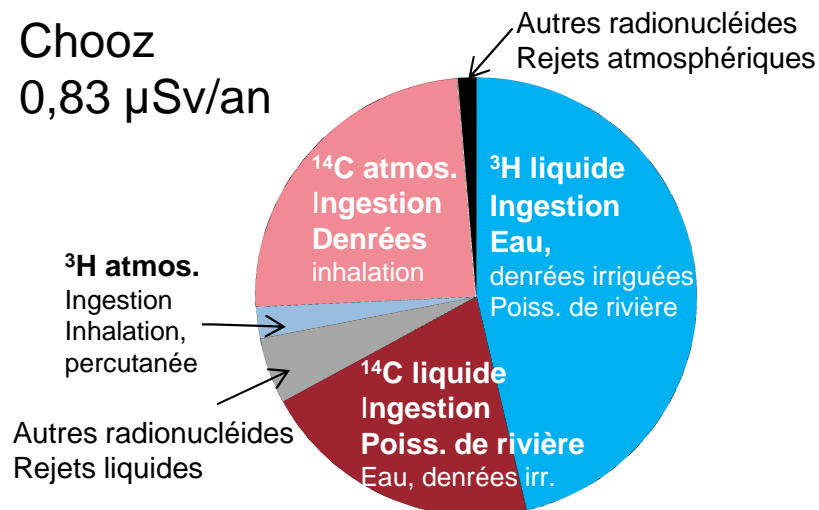
- **Répondre à une demande émanant du Comité de Pilotage du Réseau National de Mesure** (en application de l'art. 6 de la décision ASN n° 2008-DC-0099 du 29 avril 2008)
- **Tester le réalisme du second objectif fixé à la surveillance réglementaire de la radioactivité de l'environnement**
  - « **contribuer à l'évaluation des expositions radiologiques dans un objectif de protection sanitaire des populations et de l'environnement**  
*La surveillance de la radioactivité de l'environnement doit permettre : par la connaissance de l'état radiologique des différents compartiments environnementaux, de contribuer à l'évaluation des doses auxquelles la population est exposée quelle que soit l'origine des rayonnements ionisants...* »
- **Comparer les doses estimées à partir des mesures à celles obtenues par calcul (modélisation des transferts) sur la base des « rejets réels » des installations nucléaires**
- **La méthodologie établie par l'IRSN a été discutée et validée dans le cadre du groupe de travail MEAD (Mesures Environnementales et Approches Dosimétriques) regroupant des membres du COPIL RNM**
  - Ne pas rechercher l'exhaustivité dans les voies d'atteinte et les radionucléides et se limiter à ceux accessibles via les mesures (ne pas combler les trous)**
  - Pour chaque site nucléaire, fournir les doses par voie d'atteinte et radionucléides (ne pas sommer et ne pas chercher à définir un « groupe critique »)**

- Les évaluations dosimétriques calculatoires effectuées par les exploitants et l'IRSN montrent que de nombreuses voies d'atteinte (scénarios d'exposition) et plusieurs (voir plusieurs dizaines) de radionucléides, peuvent contribuer aux expositions des populations riveraines des sites nucléaires
- La plupart de ces radionucléides sont rejetés à des niveaux (beaucoup) trop faibles pour que les activités environnementales qui en résultent puissent être mesurées
- **Mais** les évaluations calculatoires montrent également que seulement quelques radionucléides (1 à 4 suivant les sites) et quelques scénarios d'exposition, contribuent à plus de 80% et quelquefois à 99% des doses totales (toutes expositions et radionucléides considérés)
- Les activités de ces radionucléides sont mesurées dans l'environnement et ces mesures permettent d'établir les scénarios d'intérêt

# Quelques exemples de contributeurs aux doses efficaces à l'adulte

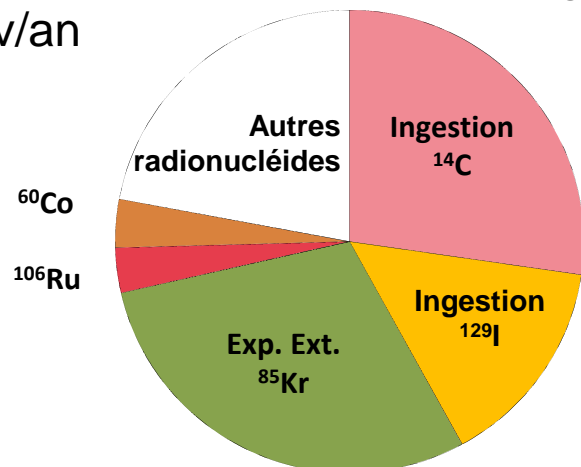
## Cas des CNPE

Chooz  
0,83  $\mu\text{Sv}/\text{an}$

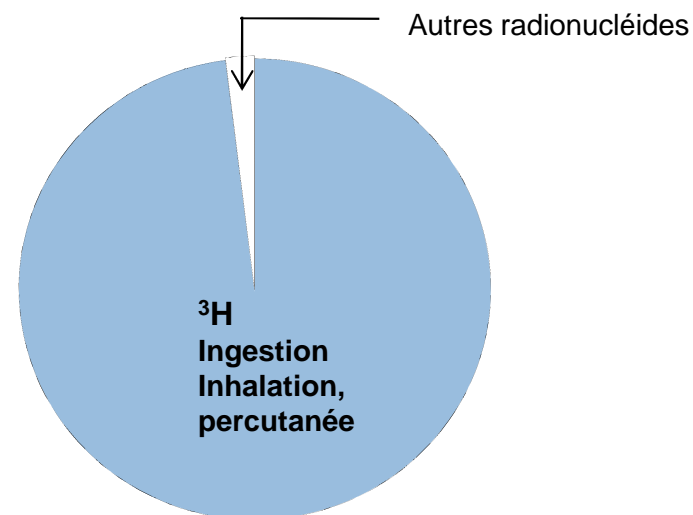


## Cas de La Hague

Moyen canton de Beaumont-Hague :  
5  $\mu\text{Sv}/\text{an}$



## Cas de Marcoule : 8,1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$



# Résultats et commentaires

(tels que présentés dans la synthèse dosimétrique du BR 2011-2014)

Sites	Doses μSv/an	Contributeurs majeurs
La Hague	0,6 à 3,5	<sup>86</sup> Kr – exposition externe
	0,7	<sup>14</sup> C – ingestion de denrées terrestres et marines
	1,1	<sup>129</sup> I – ingestion de denrées terrestres et marines
	0,62	<sup>60</sup> Co, plutonium et <sup>241</sup> Am – ingestion de denrées marines
Malvési	2	Uranium – inhalation
	0,4	Uranium – ingestion de légumes
Tricastin	0,05	Uranium – Inhalation
	0,003	Uranium – ingestion ponctuelle d'un litre d'eau
Romans sur Isère	0,5	Uranium – inhalation
Marcoule	0,28	Tritium – ingestion d'eau de boisson et de végétaux
	0,12	Tritium – inhalation et percutanée
Saclay	0,28	Tritium – ingestion d'eau de boisson
	1,4	<sup>14</sup> C – ingestion de poissons de l'Étang Neuf
Grenoble	0,14	Tritium – inhalation et percutanée
Bruyère le Châtel	0,14	Tritium – inhalation et percutanée
Valduc	0,39	Tritium – ingestion (eau, végétaux), inhalation et percutané
Sites de CNPE	0,1	<sup>14</sup> C – ingestion de denrées terrestres
	0,12	<sup>14</sup> C – ingestion de poisson d'eau douce (CNPE fluviaux)
	0,01 à 0,7	Tritium – ingestion d'eau de boisson (CNPE fluviaux)
	0,08	<sup>110m</sup> Ag – Ingestion de poisson de mer (CNPE marins de la Manche)
	0,0004	Divers radionucléides ( <sup>60</sup> Co, <sup>110m</sup> Ag, <sup>65</sup> Co...) – inhalation et exposition externe à l'air
Creys	< 0,07	Tritium – inhalation et percutanée
Aval du Rhône	0,06	Divers radionucléides* – ingestion d'eau du Rhône
	0,4	<sup>14</sup> C – ingestion de poisson de l'aval du Rhône

Doses efficaces pour un adulte

calculées pour 29 des 36 sites nucléaires

sur la base de tous les résultats de mesures disponibles acquis sur la période 2011-2014 (pas seulement issus de la surveillance réglementaire)

fournies par site, par radionucléide et voie d'atteinte

Doses allant de moins de 0,1 à 3,5 μSv/an

sommation à la discrétion du lecteur

- **Des doses du même ordre mais le plus souvent inférieures ou égales à celles calculées par les exploitants nucléaires sur la base des rejets réels et d'une modélisation des transferts ;**  
Exemples ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$  mesures/calculs) : Valduc  $^3\text{H}$  : 0,4/0,6-0,8 ; CNPE Chooz  $^3\text{H}$  liquide 0,38/0,38 ; Creys  $^3\text{H}$  atmosph. 0,08/0,11 ; Malvési inh. U : 2/1,7-19 ; Tricastin inh. U : 0,05/0,12 ; le plus gros écart Marcoule  $^3\text{H}$  : 0,4/8,1 vraisemblablement dus à des paramètres de calculs très majorants
- **Très bonne cohérence dans les contributions des radionucléides/expositions :**  
une voie ingestion très largement prédominante (excepté exp. ext.  $^{85}\text{Kr}$  à La Hague et inhalation U à Malvési)
- **Les mesures d'activités environnementales permettent de reconstituer la plus grande part des doses potentielles liées aux rejets d'effluents radioactifs des sites :**  
Dans les évaluations dosimétriques faites par les exploitants, les doses correspondants aux radionucléides/voies d'atteintes pour lesquels les doses ont été calculées sur la base des mesures d'activités environnementales, représentent de 40% (cas de Tricastin) à plus de 90% (cas de Marcoule et Valduc notamment) des doses totales (tous radionucléides et voies d'atteintes confondues)
- **Les résultats de mesure exploités ne proviennent pas tous de la surveillance réglementaire :** certains proviennent d'études complémentaires chroniques ou ponctuelles financées par les exploitants, cofinancées exploitant/IRSN ou IRSN
- **Pour les 7 autres sites : ANDRA, Marine Nationale, Cadarache et Grenoble, les rejets sont trop faibles pour conduire à des activités mesurables dans l'environnement ;**  
les doses totales calculées par les exploitants (toutes voies d'atteinte/radionucléides confondus), sont inférieures à 0,1  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  (cas particulier de la dose radon à Cadarache)



# Résultats et commentaires

Sites	Doses $\mu\text{Sv}/\text{an}$	Contributeurs majeurs
La Hague	0,6 à 3,5	$^{86}\text{Kr}$ – exposition externe
	0,7	$^{14}\text{C}$ – ingestion de denrées terrestres et marines
	1,1	$^{129}\text{I}$ – ingestion de denrées terrestres et marines
	0,62	$^{60}\text{Co}$ , plutonium et $^{241}\text{Am}$ – ingestion de denrées marines
Malvésí	2	Uranium – inhalation
	0,4	Uranium – ingestion de légumes
Tricastin	0,05	Uranium – Inhalation
	0,003	Uranium – ingestion ponctuelle d'un litre d'eau
Romans sur Isère	0,5	Uranium – inhalation
Marcoule	0,28	Tritium – ingestion d'eau de boisson et de végétaux
	0,12	Tritium – inhalation et percutanée
Saclay	0,28	Tritium – ingestion d'eau de boisson
	1,4	$^{14}\text{C}$ – ingestion de poissons de l'Étang Neuf
Grenoble	0,14	Tritium – inhalation et percutanée
Bruyère le Châtel	0,14	Tritium – inhalation et percutanée
Valduc	0,39	Tritium – ingestion (eau, végétaux), inhalation et percutané
Sites de CNPE	0,1	$^{14}\text{C}$ – ingestion de denrées terrestres
	0,12	$^{14}\text{C}$ – ingestion de poisson d'eau douce (CNPE fluviaux)
	0,01 à 0,7	Tritium – ingestion d'eau de boisson (CNPE fluviaux)
	0,08	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ – Ingestion de poisson de mer (CNPE marins de la Manche)
	0,0004	Divers radionucléides ( $^{60}\text{Co}$ , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ , $^{68}\text{Co}$ ...) – inhalation et exposition externe à l'air
Creys	< 0,07	Tritium – inhalation et percutanée
Aval du Rhône	0,06	Divers radionucléides* – ingestion d'eau du Rhône
	0,4	$^{14}\text{C}$ – ingestion de poisson de l'aval du Rhône

**Doses calculées à partir de résultats de mesures issus:**

- de la surveillance réglementaire
- d'études complémentaires annuelles et décennales financées par l'exploitant
- d'études complémentaires ponctuelles cofinancées exploitant/IRSN
- d'études complémentaires ponctuelles de l'IRSN

# Check-list

Quelle problématique ?

Quelles méthode ?

Qui en est à l'origine ?

Qui la réalise ?

La population, les élus, les Clis ont-ils été associé ?

*L'ANCCLI dans cadre du groupe de travail MEAD ;*

Quel partenariat ?

*Le RNM dans cadre du groupe de travail MEAD ;*

Comment cela sera-t-il rendu public ?

Comment cela sera diffusé ?

*Via le Bilan Radiologique 2011-2014 ;*

Quels résultats ?

Qu'en retire l'IRSN ?

Quelles perspectives ?

*Aller plus loin dans la comparaison modèle/mesure  
Vérifier la pertinence de certaines évaluations  
calculatoires.*



Merci de votre attention